

(2) Japanese Patent Application Laid-Open No. 63-166219 (1988)
“METHOD OF MANUFACTURING SEMICONDUCTOR DEVICE”

The following is English translation of an extract from the above-identified document relevant to the present application.

5 A flash lamp 17 is provided above a container 11. The flash lamp 17 is composed by arranging 24 flashing light tubes having an output power of 1kw, for example. Light emitted from the flash lamp 17 is introduced into the container 11 through a light introducing window 18 provided on a top surface of the container 11 and applied onto a surface of a substrate to be processed.

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-166219

⑮ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和63年(1988)7月9日

H 01 L 21/22

E-7738-5F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 半導体装置の製造方法

⑯ 特 願 昭61-315347

⑰ 出 願 昭61(1986)12月26日

⑱ 発 明 者 伊 藤 仁 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝総合研究所内

⑲ 出 願 人 株 式 会 社 東 芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

⑳ 代 理 人 弁 理 士 鈴 江 武 彦 外 2 名

明 細 書

1. 発明の名称

半導体装置の製造方法

2. 特許請求の範囲

(1) 半導体基板の表面に拡散層を形成すべき領域を除いて拡散マスクを形成する工程と、次いで砒素、硼素或いは燐のハロゲン化物を含む雰囲気中で上記基板の表面に光を照射し、該基板表面に砒素、硼素或いは燐を溶解して拡散層を形成する工程とを含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

(2) 前記半導体基板はシリコン基板であり、前記拡散マスクはシリコン酸化膜であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の半導体装置の製造方法。

(3) 前記拡散層を形成する工程において、前記基板を加熱しておくことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の半導体装置の製造方法。

(4) 前記砒素、硼素或いは燐のハロゲン化物ガスに、アルゴン、窒素、水素の少なくとも1種を添

加ガスとして混合したことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の半導体装置の製造方法。

(5) 前記光を照射する手段として、閃光管或いはレーザー発振器を用いたことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の半導体装置の製造方法。

3. 発明の詳細な説明

[発明の目的]

(産業上の利用分野)

本発明は、半導体装置の製造方法に係わり、特に不純物拡散層形成工程の改良をはかった半導体装置の製造方法に関する。

(従来の技術)

従来、半導体装置の製造における不純物導入方法には、周知の技術としてイオン注入法や不純物含有物質からの拡散を利用した固相拡散法等がある。前者は、シリコン基板の表面にイオンを直接注入したのち、熱処理によりイオンを拡散させる方法であり、導入する不純物量を電気的に正確に制御できると云う利点を有している。また、後者は、シリコン基板上に不純物含有ガラス膜を被

得したのち、熱処理によりガラス膜中の不純物をシリコン基板に拡散させる方法であり、比較的浅い拡散層を形成できると云う利点を有しているが、工業的にはイオン注入法ほど普及していない。

ところで、MOSトランジスタの製造工程では浅い接合（拡散層）を形成する必要があるが、例えば256KビットDRAMは約 $0.25\mu m$ の接合深さで作られている。さらに、今後の実用化が期待される4MビットDRAM級では、 $0.1\mu m$ 以下の接合深さにする必要がある。このように素子の微細化が進み、シリコン基板中の拡散層を益々浅くする必要が生じている現在、イオン注入法及び固相拡散法には、以下に述べるような問題点がある。

イオン注入法では、不純物原子を物理的にシリコン基板に埋込むため、注入された不純物原子の分布はイオン注入時の加速エネルギーに大きく依存する。浅い接合を作るためには、浅いイオン注入分布を作る必要があるが、そのためには低加速エネルギーでイオン打込みを行うことが重要である。しかし、低加速エネルギーでイオンを打込む場合

には、イオン流の制御が難しく、 $0.1\mu m$ 以下の接合深さを達成するのは困難である。また、イオン注入した不純物は熱工程により活性化する必要があり、この熱工程における不純物の拡散現象のため、拡散層はイオン注入直後よりも更に広がる云う問題がある。

一方、不純物ガラスを拡散源とする固相拡散法の場合、次のような問題がある。即ち、不純物として一般に用いられる硼素、砒素のいずれの場合もガラス中の拡散係数はシリコン基板中の拡散係数より2桁以上も小さく、そのため固相拡散においてはガラス中の不純物拡散が律速となる。従って、シリコン基板中への不純物導入量を十分多くするためには、高温で拡散を行わねばならない。この場合、結果としてシリコン中の拡散層が広がってしまい、浅い接合を形成することは困難となる。

（発明が解決しようとする問題点）

このように従来方法では、イオン注入法及び固相拡散法のいずれにあっても、表面濃度が十分

高く且つ接合深さの十分浅い不純物層を制御性良く形成することは困難であった。

本発明は上記事情を考慮してなされたもので、その目的とするところは、表面濃度が十分高く且つ接合深さの十分浅い不純物拡散層を制御性良く形成することができ、素子の高密度化及び高集積化等に寄与し得る半導体装置の製造方法を提供することにある。

〔発明の構成〕

（問題点を解決するための手段）

本発明の骨子は、砒素（As）、硼素（B）、磷（P）等を半導体基板中に直接溶解して拡散層を形成することにある。

即ち本発明は、半導体基板の裏面に不純物拡散層を形成する工程を含む半導体装置の製造方法において、半導体基板の表面に拡散層を形成すべき領域を除いて拡散マスクを形成するのち、砒素、硼素或いは磷のハロゲン化物を含む雰囲気中で上記基板の表面に光を照射し、該基板表面に砒素、硼素或いは磷を溶解して拡散層を形成するよ

うにした方法である。

（作用）

上記方法であれば、半導体基板中にAs、B或いはPを直接溶解して拡散層を形成しているので、低温でも十分な量の不純物を拡散させることができる。さらに、ガスの圧力、基板温度及び照射光強度等の条件により、不純物の導入量や拡散深さを容易に可変することができる。従って、浅い接合深さの拡散層を制御性良く形成することが可能となる。

（実施例）

以下、本発明の詳細を図示の実施例によって説明する。

第1図は本発明の一実施例方法に使用した拡散装置を示す概略構成図である。図中11は真空容器であり、この容器11内には基板ホルダー12により支持された被処理基板13が収容されている。基板ホルダー12内には、被処理基板13を加熱するためのヒータ14が設けられている。容器11内にはガス導入口15から所定のガスが導

入され、また容器11内のガスはガス排気口16から排気されるものとなっている。

一方、容器11の上方にはフラッシュランプ17が設けられている。このフラッシュランプ17は、例えば出力1kwの閃光管を24本配置してなるものである。そして、フラッシュランプ17からの光は、容器11の上面に設けた光導入窓18を介して容器11内に導入され、被処理基板13の表面に照射される。なお、図には示さないが、容器11の壁面は水冷管等により冷却されるものとなっている。

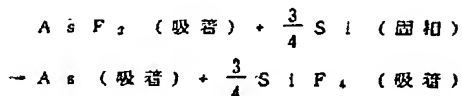
次に、上記装置を用いたAs拡散層の形成工程について、第2図を参照して説明する。

まず、第2図(a)に示す如くシリコン基板(半導体基板)21の表面に素子分離のためのSiO₂膜(拡散マスク)22を形成した被処理基板13を用意し、これを前記第1図に示す拡散装置の基板ホルダー12上に設置する。この状態で、ガス導入口15から容器11内にAr或いはN₂を導入し、ヒータ14により基板温度を室温

～1000℃に設定する。

次いで、容器11内にAsF₅ガスを0.1～100cc/minの流量で流し、系を安定にさせる。このとき、更にH₂、N₂、Arのうちの少なくとも1種のガスを容器11内に流してもよい。この状態で、前記フラッシュランプ17により、時定数2 msec、繰返し周波数800/secで、50回の閃光を照射する。これにより、Asがシリコン中に拡散し、拡散層深さ約0.1μmの接合を再現性良く形成することができた。これは、次のような効果によるものであると考えられる。

基板温度を室温～1000℃にすることにより、第2図(b)に示す如く気相のAsF₅ガスは基板のシリコン及びシリコン酸化膜表面に物理吸着或いは化学吸着を起こす。ここで、23は気相中のAsF₅原子、24は表面に吸着したAsF₅原子を示している。特に、シリコン表面では、AsF₅は下地シリコン原子と化学反応を起こし、次の反応で一部Asに還元されている。



この状態で閃光を照射すると、基板表面が急激に加熱され、吸着しているAsF₅の多くは脱着し、一部はAsに分解し、このAsがシリコン或いはシリコン酸化膜中に拡散していく。これにより、第2図(c)に示す如くAs拡散層25が形成されることになる。

ここで、基板上に吸着する量は、基板温度とAsF₅の分圧で制御し易く、基板温度、AsF₅分圧を制御することで容易にシリコン表面上のAsF₅の吸着量を制御できる。このため、閃光の光量と照射の繰返し周波数を制御すると、不純物の拡散深さを容易に制御でき、0.1μm以下の拡散深さを実現することも可能である。さらに、高濃度のAsをシリコン表面に形成するための拡散効率にも優れている。

かくして本実施例方法によれば、As、B或いはPのハロゲン化物を含むガス雰囲気中で、シリ

コン基板21の表面に光を照射することにより、シリコン基板21の表面に浅いAs拡散層(n型層)を形成することができる。そしてこの場合、Asの導入量は十分高く且つ均一であり、さらに接合深さ0.1μm以下と極めて浅い接合深さを実現することができる。また、Asの導入量は、AsF₅ガスの導入量及び添加ガスの導入量等により、制御性良く設定することができる。従って、MOSトランジスタの製造に適用して浅い接合深さのソース・ドレイン領域を形成することが可能となり、高密度・高集積回路の製造に絶大なる効果を発揮する。

なお、MOSトランジスタの製造に適用する場合、第3図(a)に示す如くシリコン基板31上に素子分離用酸化膜32を形成し、ゲート酸化膜33を介してゲート電極34を形成し、さらに側壁酸化膜35を形成した状態で、先と同様にしてCVD法によるAs薄膜の形成、フラッシュアニールを行う。これにより、第3図(b)に示す如く、ソース・ドレイン領域となる浅いAs拡散層

(n+層) 36, 37を形成することが可能となる。

なお、本発明は上述した実施例方法に限定されるものではない。例えば、前記ガスは AsF_3 に限るものではなく、 $AsBr_3$ 、 $AsCl_3$ 、或いは AsI_3 でもよい。さらに、 As のハロゲン化物に限るものではなく、 B 或いは P のハロゲン化物を用いることにより、 B 、 P の拡散を行うことも可能である。つまり、本発明は As の拡散に限定されるものではなく、 B 、 P の拡散にも適用することができる。また、 As のハロゲン化物の代りに AsH_3 を用いても同様の効果を得ることが可能である。

また、前記光照射手段としては閃光管の代りに、 Ar レーザ、 KrF 、 ArF 等のエキシマレーザを用いることも可能である。また、原料ガスとしての As 、 B 或いは P のハロゲン化物に添加ガスを混合する場合、この添加ガスとしては Ar 、 N_2 、 H_2 等の少なくとも1種を選択すればよい。さらに、拡散マスクはシリコン酸化膜に限るもの

ではなく、シリコン窒化膜等の他の絶縁膜を用いることが可能である。その他、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々変形して実施することができる。

【発明の効果】

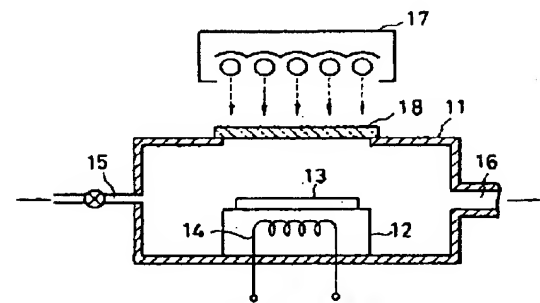
以上詳述したように本発明によれば、 As 、 B 或いは P のハロゲン化物を含むガス雰囲気中で光照射することにより、シリコン等の半導体基板に不純物を直接溶解して拡散するため、低温でも十分な不純物量となり、表面濃度が高く接合深さの浅い不純物拡散層を制御性良く形成することができる。従って、半導体素子の高密度化及び高集積化に有効である。

4. 図面の簡単な説明

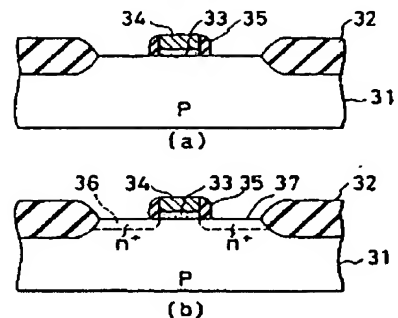
第1図は本発明の一実施例方法に使用した拡散装置を示す概略構成図、第2図は本発明の一実施例方法に係わる不純物拡散工程を示す断面図、第3図は上記実施例方法をMOSトランジスタの製造に適用した例を示す断面図である。

11…真空容器、12…基板ホルダー、13…

被処理基板、14…ヒータ、15…ガス導入口、16…ガス排気口、17…フラッシュランプ、18…光導入窓、21…シリコン基板（半導体基板）、22…素子分離用酸化膜（拡散マスク）、23…気相中の AsF_3 原子、24…表面に吸着した AsF_3 原子、25… As 拡散層。

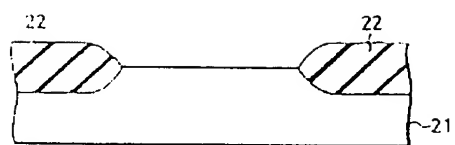


第1図

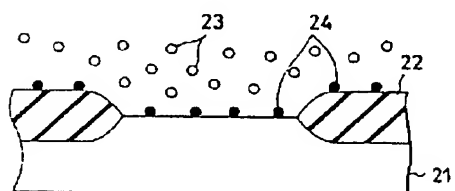


第3図

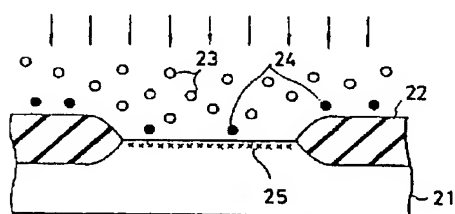
出願人代理人 弁理士 鈴江武彦



(a)



(b)



(c)

第 2 図